

# PHASE ONE PAS 880 — НОВЫЙ ШИРОКОФОРМАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПЛАНОВОЙ И ПЕРСПЕКТИВНОЙ АЭРОСЪЕМКИ

Ю.Г. Райзман (Phase One Industrial, Дания)

В 1980 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист», а в 1985 г. — аспирантуру ЦНИИГАиК по специальности «фотограмметрия». После окончания аспирантуры работал в Ташкентском аэрогеодезическом предприятии ГУГК СССР, с 1992 г. — в Геодезической службе Израиля, с 2008 г. — в компании VisionMap Ltd. (Израиль). С 2017 г. по настоящее время — научный консультант компании Phase One Industrial и директор компании GeoCloud Ltd.

Компания Phase One разработала и выпустила новый широкоформатный комплекс PAS 880 для проведения одновременно плановой и перспективной аэросъемки. Комплекс состоит из одной камеры iXM-RS280F для проведения плановой съемки [1] и четырех камер iXM-RS150F [2] для проведения наклонной съемки в четырех направлениях — влево-вправо и вперед-назад вдоль линии полета. Камера iXM-RS280F поставляется с двумя объективами, имеющими фокусное расстояние 90 мм, и генерирует снимки размером 280 Мпикселей (табл. 1). Наклонные камеры поставляются с объективами, имеющими фокусное расстояние 150 мм, и обеспечивают получение снимков размером 150 Мпикселей каждая.

Комплекс PAS 880 полностью интегрирован со всем периферийным оборудованием и программным обеспечением (рис. 1), включая управляющий компьютер iXController, гиросtabilизированную платформу SOMAG GSM 4000, высокоточную навигационную систему (ГНСС + ИНС) Trimble Applanix и программное обеспечение для пла-

нирования аэросъемки, навигации, управления камерой во время полета и подготовки снимков для дальнейшей фотограмметрической обработки (табл. 2).

## ▼ Конфигурация камер комплекса PAS 880

Комплекс включает пять камер — одну плановую (направлена в надир) и четыре наклонных. Наклонные камеры установлены под углом  $45^\circ$  к вертикали и направлены вперед-назад и влево-вправо от линии полета. На рис. 2 показано схематичное расположение камер комплекса относительно линии полета и обозначены размеры снимков в пикселях.

## ▼ Навигационная система, входящая в состав комплекса PAS 880

Комплекс поставляется с усовершенствованным приемником (ГНСС + ИНС) Trimble Applanix, поддерживающим глобальные навигационные спутниковые системы — GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Gallileo (табл. 3). Пользователь может выбрать один из типов ИНС:

— IMU-91, соответствующую уровню точности Applanix 510;



Рис. 1

Комплекс PAS 880, установленный на гиросtabilизированной платформе SOMAG GSM 4000

— IMU-57, соответствующую уровню точности Applanix 610.

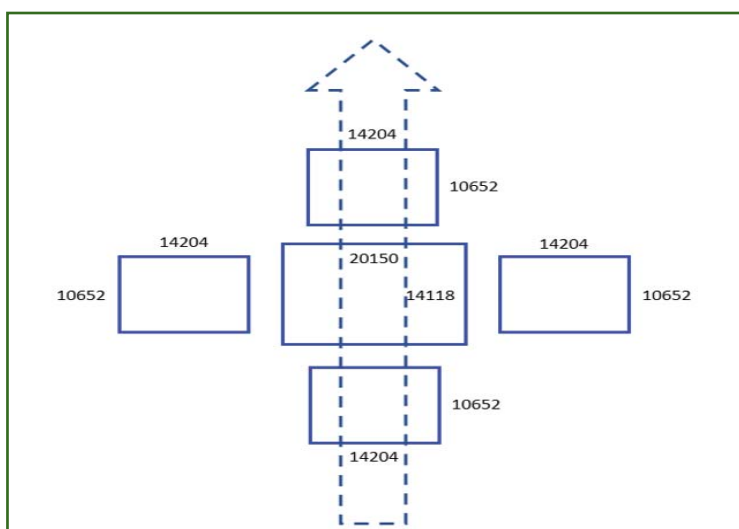
## ▼ Покрываемость территории при аэросъемке комплексом PAS 880

Изменение ширины полосы захвата на плановых и перспективных снимках при аэросъемке комплексом PAS 880 в зависимости от высоты фотографирования приведено на рис. 3. За счет того, что наклонные камеры имеют длиннофокусные объективы, наземное разрешение в центре перспективного

Основные параметры камер комплекса PAS 880

Таблица 1

| Наименование параметров  | Значения параметров          |   |
|--|------------------------------|---|
|  | iXM-RS280F                   | iXM-RS150F  |
| Количество камер   | 1                            | 4   |
| Количество объективов в камере                                     | 2                            | 1   |
| Фокусное расстояние, мм  | 90                           | 150   |
| Угол поля зрения, °  | Поперек: 45,7<br>Вдоль: 32,9 | Вперед/назад при угле наклона в 45°<br>Поперек: +10,1/-10,1<br>Вдоль: +7,6/-7,6<br>Влево/вправо при угле наклона в 45°<br>Поперек: +7,1/-13,1<br>Вдоль: +7,6/-7,6 |
| Действующее отверстие объектива (апертура)                         | f/5,6                        |   |
| Тип затвора  | Центральный                  |   |
| Минимальная выдержка, с  | 1/2000                       | 1/2500  |
| Скорость съемки каждой камерой (кадров в 1 с)                      | 2                            |   |
| Светочувствительность, ISO   | 50–6400                      |   |
| Динамический диапазон, дБ  | 83                           |   |
| Спектральные характеристики изображения                            | RGB                          |   |
| <i>Матрица изображения КМОП</i>                                    |                              |   |
| Размер пикселя, мкм  | 3,76                         |   |
| Размер матрицы, пиксель  | 2x(14 204x10 652)            | 4x(14 204x10 652)   |
| Аналого-цифровое преобразование, бит                               | 14                           |   |
| <i>Кадр изображения (снимок)</i>                                   |                              |   |
| Геометрия изображения  | Центральная проекция         |   |
| Размер изображения в поперечном и продольном направлениях, пиксель | 20 150x14 118                | 14 204x10 652   |
| Общий размер изображения, Мпиксель                                 | 284                          | 150   |
| Типичный размер снимка в формате TIFF, Мбайт                       | 813                          | 450   |
| Формат изображения   | TIFF, JPEG                   |   |



**Рис. 2**  
Конфигурация камер комплекса PAS 880

снимка немного выше, чем наземное разрешение планового снимка. Эта особенность предоставляет значительные преимущества при построении трехмерных моделей объектов городских территорий.

#### ▼ Калибровка камер комплекса

Все камеры комплекса проходят калибровку в лаборатории компании Phase One. Проверка точности калибровки камер проводится на тестовом полигоне компании Phase One размером 2,0x1,2 км с 60-ю контрольными точками. Координаты контрольных точек

Состав и характеристики комплекса PAS 880

Таблица 2

| Наименование оборудования и ПО     | Характеристики   |
|------------------------------------|--|
| Камеры                             | Одна камера iXM-RS280F<br>Четыре камеры iXM-RS150F   |
| Объем накопителей, Тбайт           | 12 (6x2)   |
| iX контролер МК4                   | До 6 отдельных портов USB3   |
| Мониторы, штук                     | 2 (пилота и оператора)   |
| Гиростабилизированная платформа    | SOMAG GSM 4000   |
| Навигационная система (ГНСС + ИНС) | Trimble Applanix AP+, Applanix IMU-91/IMU-57   |
| Программное обеспечение            | Планирование полета; управление камерой и обработка снимков; управление полетом (навигация); редактирование изображения; обработка данных ГНСС |
| Электропитание, В                  | 12–30  |
| Потребляемая мощность, Вт          | 380  |
| Размер (диаметр x высота), мм      | 408x716  |
| Масса комплекса, кг                | 45   |
| Температура, °С                    | От –10 до +40  |
| Влажность, %                       | 15–80  |

Точность навигационной системы комплекса PAS 880

Таблица 3

|                                      | Без постобработки |        | С постобработкой |        |
|--------------------------------------|-------------------|--------|------------------|--------|
|                                      | IMU-91            | IMU-57 | IMU-91           | IMU-57 |
| Тип ИНС                              |                   |        |                  |        |
| Погрешность (в плане / по высоте), м | 1,5/3,0           |        | 0,02/0,05        |        |
| Ускорение, м/с                       | 0,05              | 0,03   | 0,005            | 0,005  |
| Крен и тангаж, °                     | 0,01              | 0,05   | 0,005            | 0,0025 |
| Курс, °                              | 0,07              | 0,03   | 0,010            | 0,005  |

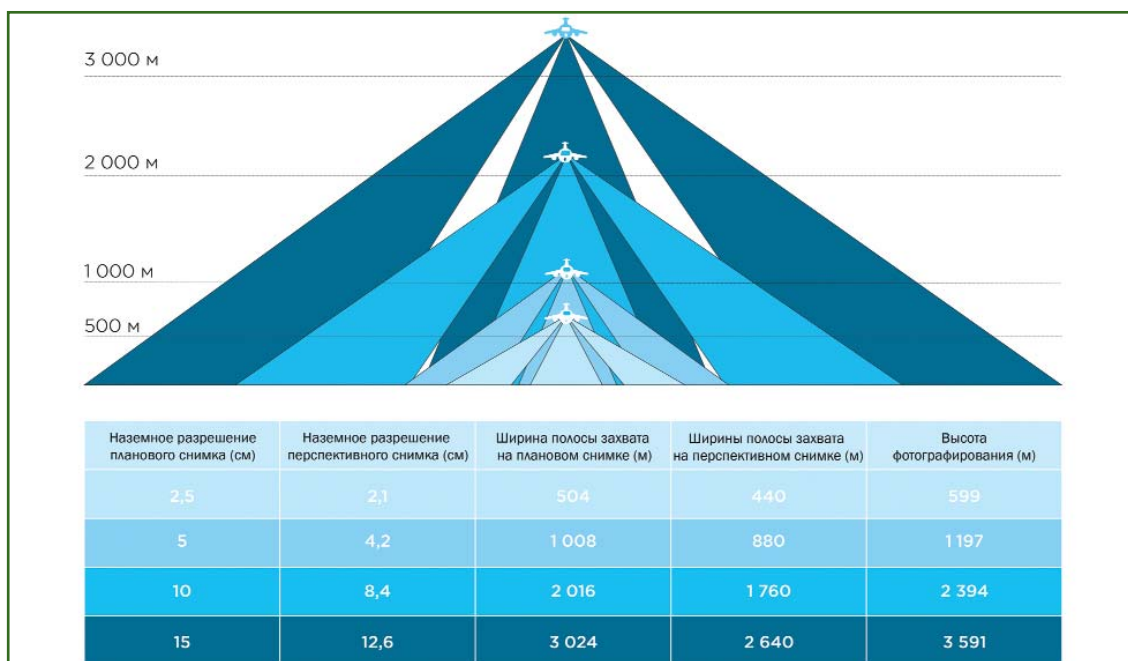


Рис. 3  
Изменение ширины полосы захвата при аэросъемке комплексом PAS 880

Результаты проверки лабораторной калибровки камеры iXM-RS280F

Таблица 4

| Параметры аэросъемки тестового полигона  |         |
|--|---------|
| Наземное разрешение, см  | 4,8     |
| Высота фотографирования, м   | 1150    |
| Продольное/поперечное перекрытие (%)   | 60/80   |
| Поперечный и продольный размер земной поверхности, отображаемой на снимке (изображении), м               | 967x678 |
| Количество маршрутов   | 5 + 2   |
| Количество снимков   | 58      |
| Результаты оценки точности координат опорных и контрольных точек по данным аэросъемки тестового полигона |         |
| Опорные точки, штук  | 7       |
| СКПх, см   | 2,41    |
| СКПу, см   | 2,59    |
| СКПz, см   | 1,34    |
| Контрольные точки, штук  | 27      |
| СКПх, см   | 3,29    |
| СКПу, см   | 3,33    |
| СКПz, см   | 3,96    |

измерены со средней квадратической погрешностью (СКП): в плане (СКПху) 0,8 см, а по высоте (СКПz) 1,3 см.

В табл. 4 приведен пример проверки лабораторной калибровки камеры iXM-RS280F по результатам оценки точности координат 7 опорных и 27 контрольных точек, полученным на основании материалов аэро-

съемки тестового полигона с помощью комплекса PAS 880 (рис. 4).

Проведенные исследования показали, что комплекс Phase One PAS 880 обеспечивает получение цифровых снимков высокого разрешения, высокого радиометрического и геометрического качества. Лабораторная калибровка цифровых

аэросъемочных камер гарантирует высокую точность фотограмметрической продукции.

Возможность осуществления одновременно плановой и перспективной аэросъемки идеально подходит для создания плотных ЦММ, истинных ортофотопланов и трехмерных моделей объектов городских территорий. Такой вид продукции необходим при формировании цифровых моделей «умных городов» и управлении ими, при муниципальном планировании и мониторинге окружающей среды. Материалы плановой и перспективной аэросъемки могут быть незаменимы и при выполнении работ по инвентаризации и налоговой оценки объектов недвижимости.

#### ▼ Список литературы

1. Райзман Ю.Г. PhaseOne PAS280MP — новый крупноформатный аэросъемочный комплекс // Геопрофи. — 2020. — № 3. — С. 36–40.

2. Райзман Ю.Г. Новые возможности камер среднего формата для аэросъемки городских территорий. — 2017. — № 6. — С. 18–20.

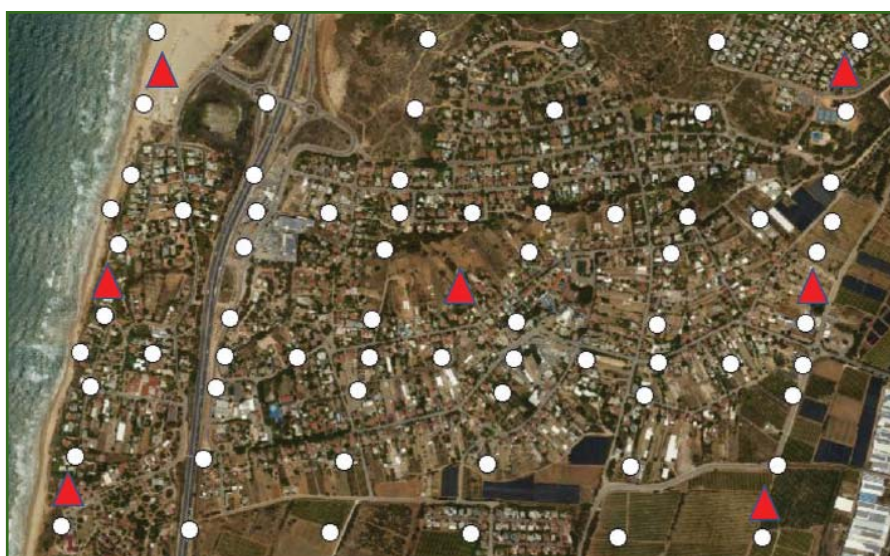


Рис. 4

Местоположение центров фотографирования снимков и расположение опорных точек на тестовом полигоне компании Phase One. Контрольные точки равномерно распределены по всей территории полигона